高強度急性運動訓練應用超低溫對中年人閾值耐力之效果-個案探討

方奕晴[2] 張嘉澤[1] 李寶潤[1]

[1]SPDI 運動能力診斷與訓練調整研究中心

[2]國立體育大學競技與教練科學研究所

壹、緒論

無氧性運動負荷對人體的影響，在過去研究已有明確的證明。但是至今還有眾多的研究在進行，原因在於從事運動的年齡不斷的在提高。而高年紀者從事高強度負荷運動，是否能夠達到健康的指標？是目前眾多科學家追求探究的原因。Robinson 等 (2017) 指出高強度間歇訓練能反轉老化相關的粒線體功能退化。超低溫近年來開始應用於運動訓練上，在訓練前進行超低溫可提升訓練效果，在訓練後使用超低溫則能幫助恢復。Papenfuss (2005) 在研究中應用超低溫 (-110˚C) 發現受試者在冷卻後五分鐘由於皮膚回溫，血液重新分配使肌肉週邊微血管得到較多氧氣，提升肌肉力量。因此，本研究目的為探討高強度急性運動訓練應用超低溫對中年人閾值耐力之效果。

貳、研究方法

對象

受試者為健康中年男子一名 (55 歲)，每週運動 3-4 次，每次 20-30 分鐘。運動型態跑步與力量耐力訓練。腳踏車測功儀與跑步機訓練強度閾值耐力指標，如表-1 所示。

表-1：受試者閾值耐力

Test	Bicycle ergometer				Treadmill			
	4 mmol/l		6 mmol/l		4 mmol/l		6 mmol/l	
	Watt	HR	Watt	HR	m/s	HR	m/s	HR
Test-1	164	137	197	146	3.5	148	3.7	155
Test-2	163	133	222	154	3.6	149	3.9	159
Diff.	-1	-4	+25	+8	+1	+1	+2	+4

方式

實驗方式包含閾值耐力測試與急性運動兩項，測試與運動工具包含腳踏車測功儀與跑步機。閾值耐力測試以 Mader 等 (1976) 階梯式負荷上昇方式進行，進行至個人最高負荷為止；急性運動包含持續與間歇兩項，腳踏車測功儀測試開始強度為 100 Watt，持續 3 分鐘，每階上昇 30 Watt，進行至個人最大負荷為止。持續方式以 6 mmol/l 乳酸強度進行 10 min 腳踏車運動，間歇方式則以階梯式測試個人最高負荷作為訓練強度，共進行 3 次 90 s (3x90 s)，間歇 60 s 期間維持 100 Watt 腳踏車負荷。跑步機測試開始速度為 2.5 m/s，每階持續 5 min，每階增加 0.5 m/s，進行至個人最大負荷為止。持續方式以 6 mmol/l 乳酸強度進行 10 min 跑步運動，間歇方式以階梯式測試個人最高負荷作為訓練強度，共進行 3 次 90 s (3x90 s)，間歇 60 s 期間維持速度 2.2 m/s 跑步。腳踏車測功儀與跑步機兩項測試，各為三天，兩項測試間隔一週。超低溫措施溫度設定為-120˚C，每次 90 s，兩次為一組，兩次之間包含 3 min 回溫。超低溫措施各實施一組於前後測閾值耐力測試結束後，亦各實施一組於急性運動前、中、後 (圖-1)。

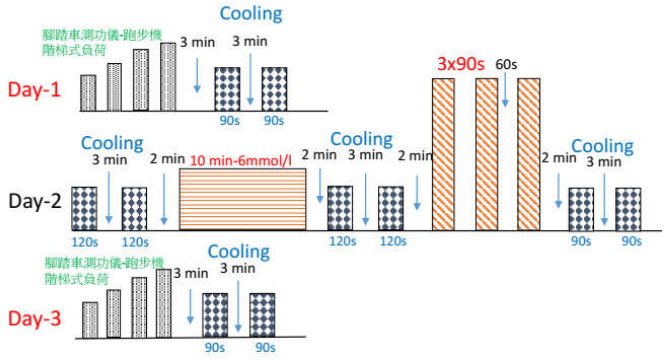
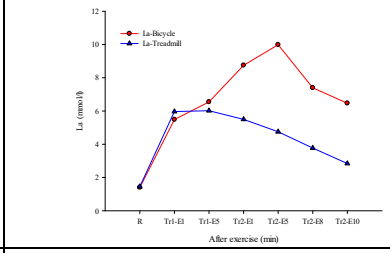
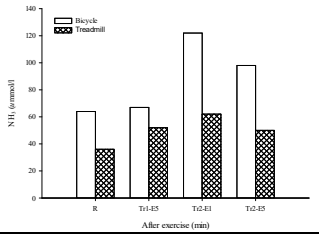
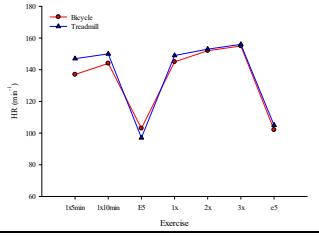
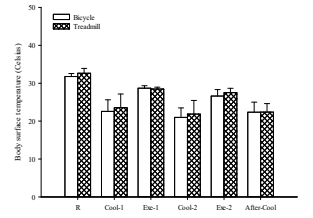
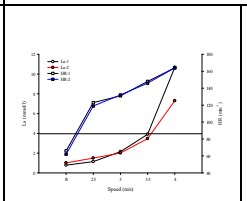
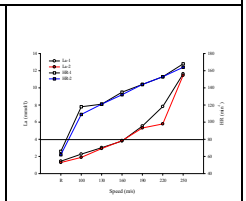


圖-1：腳踏車測功儀與跑步機研究測試流程

參、結果分析與討論

	研究結果分析	
訓練血液乳酸 La	1. 腳踏車與跑步機 6 mmol/l 強度持續負荷，血液乳酸未差異。 2. 間歇負荷 (3x90s-階梯式測試最高負荷)，兩項測試乳酸濃度呈現差異-3.25 mmol/l (跑步機)。 3. 恢復期第 10 分鐘 (Tr2-E10) 乳酸濃度差異-3.63 mmol/l (跑步機)。	
訓練血氨 NH_3	跑步機負荷明顯低於腳踏車測功儀負荷： 1. Tr1-E5: -15 µmmol/l 2. Tr2-E1: -60 µmmol/l 3. Tr2-E5: -48 µmmol/l	
訓練心跳率 HR	兩項運動型態在持續與間歇負荷，心跳率均未呈現明顯差異。	
運動前 (R) 體表溫度與 Cooling 後運動體表溫度比較	1. 腳踏車測功儀在 Exe-1 (持續) 體表溫度-3.1°C，Exe-2 (間歇) 則差異-5.2°C。 2. 跑步機運動在 Exe-1 (持續) 體表溫度-4.1°C，在 Exe-2 (間歇) 運動則差異-5.1°C。	
階梯式負荷上昇測試血液乳酸 La 與心跳率 HR	1. 心跳率在跑步機測試，速度 2.5 m/s – 4 m/s 在兩次測試均未呈現差異。 2. 血液乳酸堆積濃度在 2.5 至 3.0 m/s，未呈現差異。速度增加到 3.5 m/s 與 4.0 m/s 在兩次測試則呈現差異 (-0.43 mml/l、-3.38 mmol/l)。 3. 腳踏車測功儀測試心跳率在 100 Watt 至最大負荷 250 Watt 均未呈現差異。 4. 血液乳酸在負荷 220 Watt 差異-2.03 mmol/l，其他負荷則未呈現差異。	 
閾值速度與心跳率	1. 在 4 mmol/l 閾值心跳率下降-4 min-1，相對的 V4 功率下降-1 Watt。 2. 在 6 mmol/l 的功率增加 +25 Watt，相同的心跳率也增加+ 8 min-1。 3. 跑步機測試在 4 mmol/l 與 6 mmol/l 速度分別增加 +1、+2 m/s，心跳率則分別增加+1 與+4 min-1。	表-1：受試者閾值耐力

肆、結論

結果分析發現，跑步運動對閾值耐力改善最佳。因此，建議如果沒有體重因素，應該運用跑步方式增加體循環與新陳代謝功能。

參考文獻

Papenfuss, W. (2005). Die Kraft aus der Kälte. Eine physikalische Kurzzeittherapie mit Langzeitwirkung. Regensburg.

Robinson, M. M., Dasari, S., Konopka, A. R., Johnson, M. L., Manjunatha, S., Esponda, R. R., ... & Nair, K. S. (2017). Enhanced Protein Translation Underlies Improved Metabolic and Physical Adaptations to Different Exercise Training Modes in Young and Old Humans. Cell Metabolism, 25(3), 581-592.